

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日

Date of Application: 2002年 6月 20日

出願番号

Application Number: 特願2002-179310

[ST.10/C]:

[J P 2002-179310]

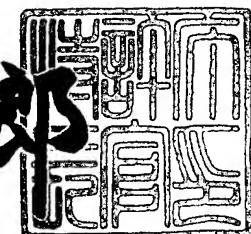
出願人

Applicant(s): 株式会社日立製作所

2003年 6月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



【書類名】 特許願

【整理番号】 1502000321

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 6/40

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社 日立製作所
機械研究所内

【氏名】 石川 忠明

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社 日立製作所
機械研究所内

【氏名】 岡田 亮二

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社 日立製作所
機械研究所内

【氏名】 明石 照久

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社 日立製作所
機械研究所内

【氏名】 原田 武

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100075096

【弁理士】

【氏名又は名称】 作田 康夫

【電話番号】 03-3212-1111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013088

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】

コリメータアレイ及びそれを用いた光スイッチ

【特許請求の範囲】

【請求項1】

光信号を入力する光ファイバを複数備えた入力側コリメータアレイと、光信号経路の切替え機構と、切替えられた光信号を出力する光ファイバを備えた出力側コリメータアレイと、を備えた光スイッチであって、前記入力側コリメータアレイ或いは前記出力側コリメータアレイの少なくとも一方は、

第一の基板と、前記第一の基板の一主面に形成された光ファイバに光学的に連絡するコリメータレンズを搭載する搭載溝と、前記主面に形成された第一の位置決め溝と、

第二の基板と、前記第二の基板の一主面に形成された光ファイバに光学的に連絡するコリメータレンズを搭載する搭載溝と、前記第二の基板に形成された貫通孔と、

前記第一の位置決め溝と、前記貫通孔との間に配置される位置決め部材と、を有することを特徴とする光スイッチ。

【請求項2】

請求項1において、前記第二の基板は、前記搭載溝が形成された主面に第二の位置決め溝を有することを特徴とする光スイッチ。

【請求項3】

請求項1から2において、前記第一の位置決め溝或いは前記第一の貫通孔の少なくとも一方は、前記基板の結晶面に沿った表面が形成されることを特徴とする光スイッチ。

【請求項4】

請求項1から3において、前記入力側コリメータアレイ或いは出力側コリメータアレイの少なくとも一方に形成される搭載溝はコリメータレンズを前記搭載溝が形成された基板より弾性率の低い弾性体を介して配置されることを特徴とする光スイッチ。

【請求項5】

請求項1から4において、前記貫通孔は、前記搭載溝が形成された側と同じ側から形成されたものですことを特徴とする光スイッチ。

【請求項6】

請求項1から5において、第一の基板及び前記第二の基板には複数のコリメータレンズ収容溝が形成されることを特徴とする光スイッチ。

【請求項7】

請求項1から6において、前記基板間に搭載された前記位置決め部材の上端は前記第一の基板に搭載されたコリメータレンズの上端より高い位置になるよう形成されることを特徴とする光スイッチ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光スイッチに関し、複数のコリメータレンズを備えた光スイッチに関する。

【0002】

【従来の技術】

特開平6-214138に示されるように、予め外形精度の高い円筒状に作成したファイバコリメータを束ねることで配置精度を確保する方法、あるいは、特開2001-242339に示されるように位置精度良く加工した溝にコリメート用レンズとファイバを搭載する方法が主に用いられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、公知例の形態では、十分な精度を持った装置を提供することが困難となってきている。特に、空間光結合型装置の小型化に伴い、より光軸方向および位置精度の高いコリメータアレイを用いないと光軸ずれによる損失を防止することが望まれる。しかし、光信号を空間を介してファイバに入力する3次元空間光結合型の装置、いわゆる3次元空間結合型のマトリクス型光スイッチや波長選択

型スイッチあるいは複数の半導体レーザを備えたマトリクス型の光送信モジュールなどでは、空間を通ってきた光信号をファイバに導くため、あるいはファイバからの光信号をコリメータ光として出力するためのファイバおよびレンズ系からなるファイバコリメータが必要であり、高い光結合効率を得るために、各ファイバコリメータの光軸は平行であり、かつその位置は予め設定された位置にある必要がある。そのため各々のファイバコリメータは光軸方向がそろった状態で精度良くマトリクス状に配置したコリメータアレイが必要である。特開平6-214138の手法では、各ファイバコリメータの位置は、円筒を積み上げることによって規定されるため、円筒の外形精度の誤差が累積されることになり、多数のファイバコリメータを組み上げた場合、基準位置から離れたファイバコリメータの位置精度は水平、垂直いずれの方向においても低下する欠点がある。一方、特開2001-242339に示された方法では、個々のファイバコリメータの位置はベンチに掘られた溝によって規定されるため、特に、垂直方向に精度良く重ね合わせていくことはできず、マトリクス状のコリメータアレイを精度よく構成することは難しい。

そこで、損失の少ない光スイッチを提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】

そこで、本発明の一つの特徴は、ファイバコリメータを搭載するベンチの表裏面に凹溝または貫通口部を設け、この凹部とそれに噛合う部材により複数段のベンチを精度良く組み上げていくことで、光軸方向および位置精度の高いコリメータアレイを得るものである。

本発明においては、ファイバコリメータはベンチ上の適正な位置に設けられた凹部溝に搭載され、コリメータ列を構成し、これを複数段積み上げることによりコリメータアレイを形成する。各ベンチには表裏面に位置決め用の部材と噛み合せるための凹溝或いは貫通した開口を設け、各ベンチ位置決め用凹部溝と位置決め部材を噛み合わせることで、ベンチ間の位置を正確に決定し、2次元位置精度の高いコリメータアレイを形成するものである。

本願発明は、前記従来の課題を解決するために、ファイバと、それと光学的に結

合するコリメートレンズとからなるファイバコリメータが2次元状に配置されたコリメータアレイであって、複数個のファイバコリメータの各々が、1枚のベンチ上に精度良く配置、形成された各々対応する凹部の溝に配置され、このベンチを複数段重ねる事により、コリメータの2次元配置が行われており、各ベンチ間の位置合わせは、各ベンチに設けられた凹部と、位置合わせ様の球状あるいは円筒形の側面を持つ部材との噛合わせにより行うことで、ファイバコリメータの2次元配置が精度良く行われているようにすることができる。

【0005】

例えば以下の具体的構成をとることができる。

(1) 光信号を入力する光ファイバを複数備えた入力側コリメータアレイと、光信号経路の切替え機構と、切替えられた光信号を出力する光ファイバを備えた出力側コリメータアレイと、を備えた光スイッチであって、前記入力側コリメータアレイ或いは前記出力側コリメータアレイの少なくとも一方は、第一の基板と、前記第一の基板の上方に配置される第二の基板とを有し、前記第一の基板は、光ファイバに光学的に連絡するコリメータレンズと、前記第一の基板の一主面に形成され前記コリメータレンズを搭載する搭載溝と、前記主面に形成された第一の位置決め溝と、を有し、前記第二の基板は、光ファイバに光学的に連絡するコリメータレンズと、前記第二の基板の一主面に形成された前記コリメータレンズを搭載する搭載溝と、前記第二の基板に形成された貫通孔と、を有する。そして、前記第一の基板と前記第二の基板とは、前記第一の位置決め溝と、前記貫通孔との間に配置される位置決め部材を介して配置されることを特徴とする。

(2) 前記(1)において、前記第二の基板は、前記搭載溝が形成された主面に第二の位置決め溝を有することを特徴とする。

(3) 前記(1)或いは(2)において、前記第一の位置決め溝或いは前記第一の貫通孔の少なくとも一方は、前記基板の結晶面に沿った表面が形成されることを特徴とする。

(4) 前記(1)或いは(3)において、前記入力側コリメータアレイ或いは出力側コリメータアレイの少なくとも一方に形成される搭載溝はコリメータレンズを前記搭載溝が形成された基板より弾性率の低い弾性体を介して配置されること

を特徴とする。

【0006】

または、前記弾性体は、前記コリメータレンズと前記第二の基板との間に配置されるようにすることもできる。或いは両側であってもよい。

【0007】

また、各ファイバコリメータはベンチ上のファイバコリメータ搭載用凹溝に対して接着されておらず、上段のベンチとの間にある弾性体により、押し付けられることで固定される構造とすることにより、ファイバコリメータを接着等の方法で個別に固定する必要がなくなり、組み立て作業性が向上するとともに、複数段重ねたベンチをコリメータアレイとして組み上げる際に、位置決め用凹溝と位置決め部材との間の押し付け力を適正化する効果が期待できる。

【0008】

さらに、Siまたはその化合物からなる弾性体を形成し、この弾性体により、ファイバコリメータを搭載用凹溝に押し付け、固定する構造とすることにより、弾性体の経年変化による信頼性の低下を軽減し、かつ組み立てに必要な部品数を減らすことで、組み立て作業の効率を向上できる。

(5) 前記(1)から(4)において、前記貫通孔は、前記搭載溝が形成された側と同じ側から形成されたものであることの特徴とする。

【0009】

例えば、各ベンチの位置会わせ用貫通穴は、ベンチのファイバコリメータ搭載用凹部溝が開口している面と同じ面を基準として作成される。また、一体の貫通穴として作成することで、設ける際の位置ずれを最小にできる。さらに、ファイバコリメータ搭載面側を基準として、この貫通穴を設けることでファイバコリメータ搭載用凹溝との位置ずれも少なくできる。

【0010】

また、位置決め用貫通穴とファイバコリメータ搭載用凹部溝は、一枚のエッチング用マスクを利用してのエッチングにより、形成される事が効率的である。例えば、位置ずれはさらに低減できる。

(6) 前記(1)から(5)において、第一の基板及び前記第二の基板には複数

のコリメータレンズ収容溝が形成されることを特徴とする。

(7) 前記(1)から(6)において、前記基板間に搭載された前記位置決め部材の上端は前記第一の基板に搭載されたコリメータレンズの上端より高い位置になるよう形成されることを特徴とする。

【0011】

または、前記のコリメータアレイの構成を備えることにより、光信号を入出力するための光ファイバを備え、その筐体内部でファイバからの光信号をコリメート光に変換し、使用する、あるいは内部の光源からの光信号をファイバに光結合する光装置として効果的な装置を構成できる。または、前記のコリメータアレイの構成を備えることにより、光信号を入出力するための光ファイバを備え、その筐体内部で光信号をコリメート光に変換した後、光路を切替えることで、光信号経路の切換を行う光スイッチの効果的な形態を提供できる。ファイバからの光信号のコリメート光への返還あるいはコリメート光の光ファイバへの光結合が精度良く行うことができる。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の図面を参考しつつ説明する。

図1、図2、図3、図4は本発明によるコリメータアレイの一実施例と、光スイッチの部品としての利用法の一例を示す図であり、図1は本実施例におけるコリメータアレイの斜視図、図2は本実施例のコリメータアレイを利用した光スイッチの主要部分の構造例を示す概略図、図3は本実施例におけるコリメータアレイの一部をレンズ側から見た図、図4はベンチの一つを上面から見た図である。本実施例においては、図1に示すようにコリメータアレイは、コリメートレンズ7とファイバ8からなるファイバコリメータ、それらを搭載する貫通穴2付のベンチ1、1b、上面を押さえるためのベンチ1a、コリメートレンズ7やファイバ8を押さえるための弾性体5、貫通穴2と噛合って、ベンチ間の位置決めを行う位置決めピン4から構成されている。ファイバコリメータは、ファイバ8からの光信号をコリメートレンズ7を介して、整列したコリメート光として出力する、あるいはコリメートレンズ7に入った光信号をそれぞれ対応する光ファイバ8へ光

結合する機能を持っており、コリメータアレイはそれをマトリクス上に配置したものである。図2に示すように、コリメートアレイ20は、光スイッチ特に、ファイバからの光信号をコリメート光19に変換し、このコリメート光19をミラーアレイ18上の可動ミラーで反射することで、光路を切替え、再びファイバへ光結合し、出力する空間接続型あるいは3次元型光スイッチで用いられることが多い。このような光スイッチの部品としてコリメータアレイ20として用いる場合、各々のファイバコリメータの光軸方向は平行でかつその位置はマトリクス状に正確に位置決めされていることが、ミラーアレイの設計や、全体の組み立て調整を容易にする点で望ましい。図3、図4において光信号を伝播する光ファイバ8は、ベンチ1上のファイバ搭載用の凹上の溝6aに搭載されており、光路用溝6cを介して、コリメートレンズ搭載溝6bに搭載された円筒状断面のコリメートレンズ7と光学的に結合しており、一対で単独のファイバコリメータを形成している。コリメートレンズ7は球レンズで構成することも可能である。ファイバ8とコリメートレンズ7は、それぞれが弾性体5で溝に押し付けられることで固定されているが、その直径が異なるため、各々の搭載溝はその幅と深さが異なっている。このような深さの異なる溝を同一のベンチ上に形成する手法としては、ベンチ材質の種類によって、ダイサによるカッティング、ドライエッティング、型による成型等があるが、ベンチ材質をSiとし、ウェットエッティングプロセスによって形成する方法が、マスクも一枚で済み、マスクを転写したウェハを同時に複数個処理できるという点からみても、最も簡単で量産に適している。各ベンチを位置決めするためには、位置決めピン4の噛み合わせを利用しており、ベンチ1上には、位置決めピン搭載用凹部である溝3と、ベンチ1裏面での凹部となる貫通穴2が設けられており、溝3上に搭載された位置決めピン4が上段のベンチの貫通穴2と噛合うことで、各ベンチ間の垂直および水平位置が正確に位置決めされる。好ましくは、コリメータ光学系搭載溝6と同じ側から位置決め溝が形成されるので、精度の高い位置決めができる。特に、ウェットエッティングプロセスを用いて、溝を結晶面に沿った表面を備えるように形成することにより、簡易に高精度のエッティングができる。また、この位置決めピン搭載用溝3および貫通穴4の形成も、ウェットエッティングプロセスを利用すれば、その他のレンズ搭載用溝

などの形成用マスク中に作ることができるため、同一のプロセスで処理でき、生産性が高くなるとともに、貫通穴2及び位置決めピン搭載溝3のファイバコリメータ光学系に対する水平位置精度は高くすることができる。位置決めピン4と噛合う溝をピン搭載用溝3とは別にベンチ裏面に別個に設ける場合、ベンチ表裏での溝加工の位置精度が困難で、位置合わせが難しいが、本構造により簡単に高精度の位置決めができ、生産性向上に大きく寄与することができる。好ましくは、ファイバコリメータ光学系用の溝と同一マスクによって作られた貫通穴2と噛合う構造となっていることでベンチ間でのファイバコリメータ光学系の位置精度も確保できる。

図5に本発明の一実施例における弾性体の作用を説明するための概略図である。本実施例においては、ファイバコリメータ光学系搭載溝6もベンチ1を貫通する構造となっている。コリメータアレイは、間にファイバコリメータ光学系9を搭載したベンチ1と弾性体5をはさむ状態で、最上段のカバーとなるベンチ1aと最下段のベンチ1bに内側への押し付け力10をかけることで構造を保持している。弾性体5は、シリコンゴムや金属製のばね材、あるいはSi構造体等、経年変化が少なく、耐環境性の高い材質が望ましく、この弾性体5により、ファイバコリメータ光学系9やその搭載用溝6の形状に誤差があった場合でも、接着や融着といった方法によらず確実にファイバコリメータ光学系9は搭載用溝6に押し付けられることで位置決めされ、固定される。また、弾性体5によって、各ベンチ間に働く押し付け力10が適度に分散され、位置決め用ピン4と貫通穴2に加重が集中することにより、貫通穴2の下側開口部分の破損や変形を抑えることにもなる。位置決め用ピン4は、ベンチ1とともに高い寸法精度、高い剛性を持ち、熱変形が少ないものが適当であり、コバールやガラス、あるいはアルミナなどのセラミックが特に適しているが、光学レンズを用いることもでき、ここにファイバコリメータ光学系のレンズを用いて、コリメート光を出力することで、マトリクス配置されたファイバコリメータ光学系9を使用することなく、コリメートアレイの光軸調芯用のコリメート光を得ることもできる。

【0013】

図6は本発明の別の実施例を示すベンチ上面図であり、図7は図6の実施例を

レンズ側から見た図である。図6では、左半分の位置決めピンとレンズ、ファイバを省略して示している。本実施例においては、コリメートレンズ7はボールレンズであり、位置決めピン搭載溝は位置決め用貫通穴2が兼ねている。この構造においては、位置決めピン搭載溝は位置決め用貫通穴2が兼ねていることで、ベンチ1の幅を狭くでき、コリメートアレイの小型化や材料費の低減が期待できる。また、位置決めに要する溝数が減った分、溝位置精度の点からもベンチ間位置精度の向上が期待できる。なお、位置決めピン4の径はコリメートレンズ7の径より大きくなるよう形成されることができる。

【0014】

図8は本発明の別の実施例のベンチ上面図である。本実施例においては、ファイバコリメータ9はあらかじめコリメートレンズ7とファイバ8とが一体に組み上げられたものとなっており、これがファイバコリメータ搭載用溝6に搭載されている。このような構造のファイバコリメータは单芯のファイバコリメータを用いることができる。また、本実施例においては、位置決め用部材として位置決め用ボール11を用いており、これを位置決めボール搭載溝を兼ねた位置決め用貫通穴2に搭載し、これにより位置決めを行うものである。ボール形状は、ペアリング、球レンズなどで寸法精度の高いものを広く用いることができる。

【0015】

図9は本発明の別の実施例であるSi弾性体による保持構造を説明する断面図であり、図10、図11、図12はSi弾性体の構造例を示す平面図であり、図13は図12の作用を説明する断面図である。図9に示す実施例において、コリメートレンズ7を押さえる弾性体12は、ベンチ1裏面に設けられたSi弾性体12である。これはSiを100μm以内のごく薄い片持ち梁形状に加工し、弾性変形範囲内の加重で用いるものである。弾性体としてSi層が厚すぎると加工に手間がかかり、生産性が低下する。また弾性体12の幅と長さ、弾性体の数はレンズ7のサイズおよびSi弾性体12に必要とされる弾性力に応じて決めるのが有効であるが、少なくともレンズと2箇所以上の接触点がある方がレンズ7を安定して支えることができる。ベンチ1裏面にSi弾性体12を形成するためには、ベンチ1の素材としてSiとSiO₂の積層材であるSOIウェハを用いること

がSi弾性体となるSi層の強度の点からも適している。この場合、レンズ搭載溝6bや位置決め用貫通穴2を設けるのに十分な厚みのSi層15に対し、所定の厚さのSiO₂層16を間にはさみ、一層の薄いSi層17をもつSOIウェハを利用する。まず、他の場合と同じように貫通穴2や位置決めピン搭載溝3、ファイバコリメータ光学系搭載溝6をウェットエッチングにより加工する。この時SiとSiO₂のエッティング速度の違いから貫通穴2部分においてもSiO₂層16は貫通されず残ってしまう。次に、ベンチ1裏面の薄いSi層17をSi弾性体12の構造をなすように、穴13となる部分をドライエッティングにより彫る。この時、貫通穴2の部分についてもSi層17を除去しておく。次に露出したSiO₂層16をウェットエッティングにより選択的に除去することで、表面のSi層15とSi弾性体12の間にはSiO₂層16の厚み分の隙間13aができる、Si弾性体12として稼動可能となる。Si弾性体12はファイバコリメータ光学系を保持するのみであり、また貫通穴2の位置および寸法は表面からのエッティングにより決定されているので、裏面からのSi層加工の位置精度は数十μmの誤差が許容できる構造とすることができます。Si弾性体の平面形状としては、保持すべきコリメートレンズやファイバコリメータの形状により、さまざまな構造が考えられる。図10、図11はその一例としてボールレンズを保持するためのSi弾性体の平面形状の例である。図12は円筒形状のレンズあるいはファイバコリメータを保持するSi弾性体の平面形状の例である。図12に示すように一方向にあえて、Si弾性体12を設けず、図13に示すように、レンズ搭載溝6bの末端14にレンズ7を押し付ける構造とすることで、より強固にレンズを保持することが可能となる。

【0016】

【発明の効果】

本発明により、損失の少ない光装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施例のコリメータアレイの斜視図である。

【図2】

本発明の一実施例のコリメータアレイを利用した光スイッチの構造例を示す概略図である。

【図3】

本発明の一実施例におけるコリメータアレイの一部をレンズ側から見た図である。

【図4】

本実施例における図2はベンチの一つを上面から見た図である。

【図5】

本発明の一実施例における弾性体の作用を説明するための概略図である。

【図6】

本発明の一実施例を示すベンチ上面図である。

【図7】

本実施例をレンズ側から見た図である。

【図8】

本発明の一実施例のベンチ上面図である。

【図9】

本発明の一実施例であるS*i*弾性体による保持構造を説明する断面図である。

【図10】

S*i*弾性体の構造例を示す平面図である。

【図11】

S*i*弾性体の構造例を示す平面図である。

【図12】

S*i*弾性体の構造例を示す平面図である。

【図13】

本発明の一実施例であるレンズ保持構造を説明する断面図である。

【符号の説明】

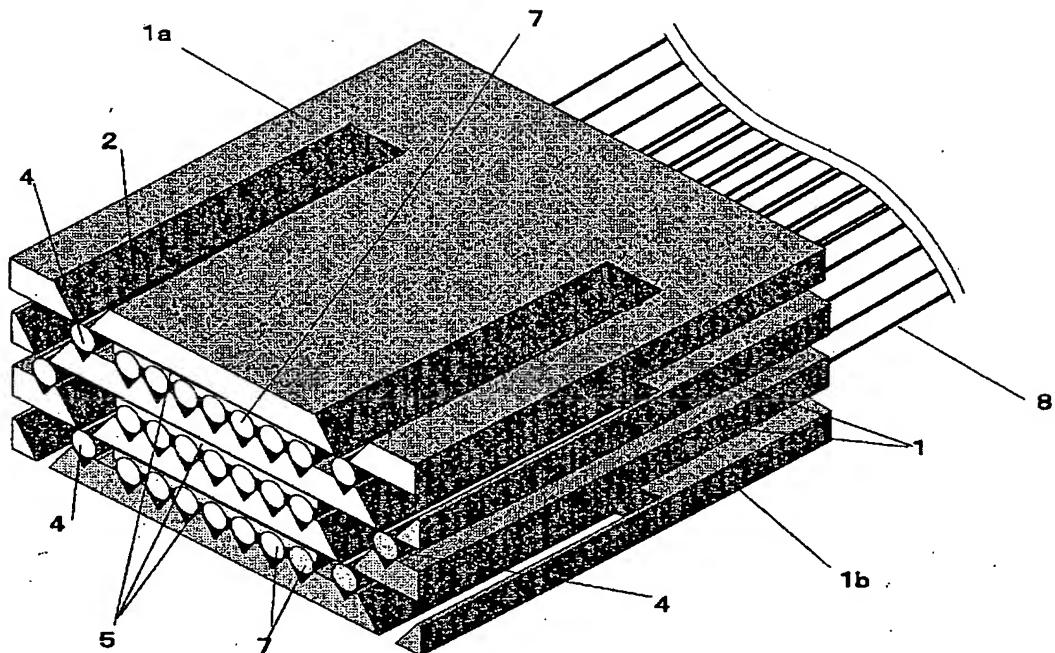
1…ベンチ、1a…最上段のベンチ、1b…最下段のベンチ、2…位置決め用貫通穴、3…位置決めピン用溝、4…位置決め用ピン、4a…下段の位置決めピン、5…弾性体、6…ファイバコリメータ搭載用溝、6a…ファイバ

搭載溝、6 b…コリメートレンズ搭載溝、6 c…光路用溝、7…コリメートレンズ、8…光ファイバ、9…ファイバコリメータ、10…押し付け力、11…位置決め用ボール、12…Si弾性体、13…穴、13a…間隙、14…レンズ搭載溝端部、15…表面Si層、16…SiO₂層、17…裏面Si層、18…ミラーアレイ、19…コリメート光光路例、20…コリメートアレイ

【書類名】 図面

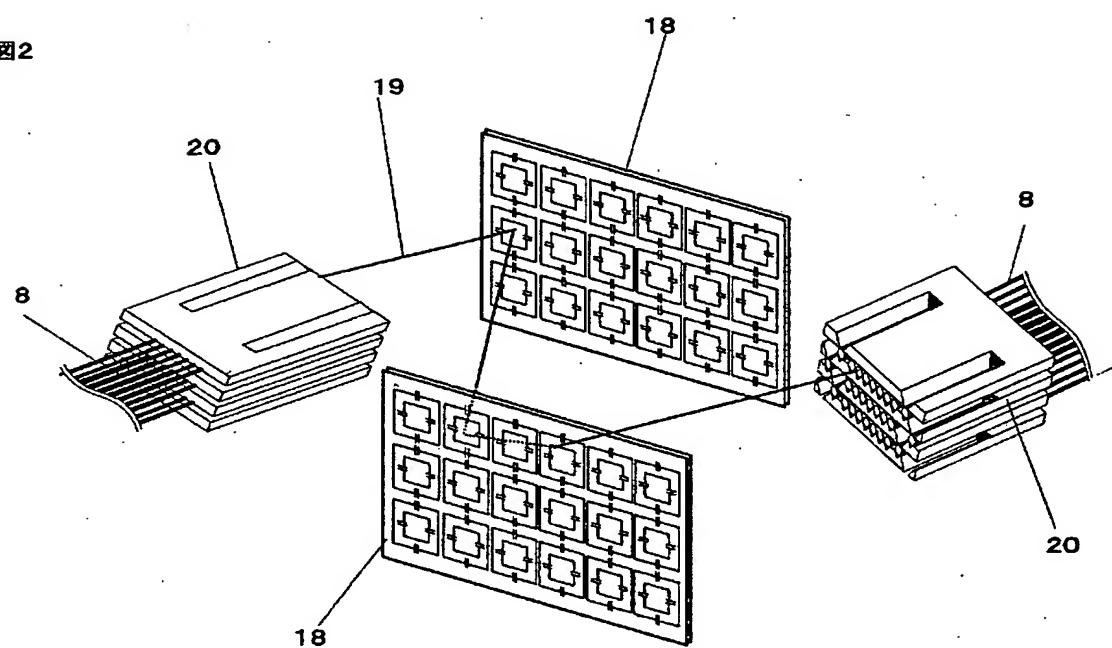
【図1】

図1



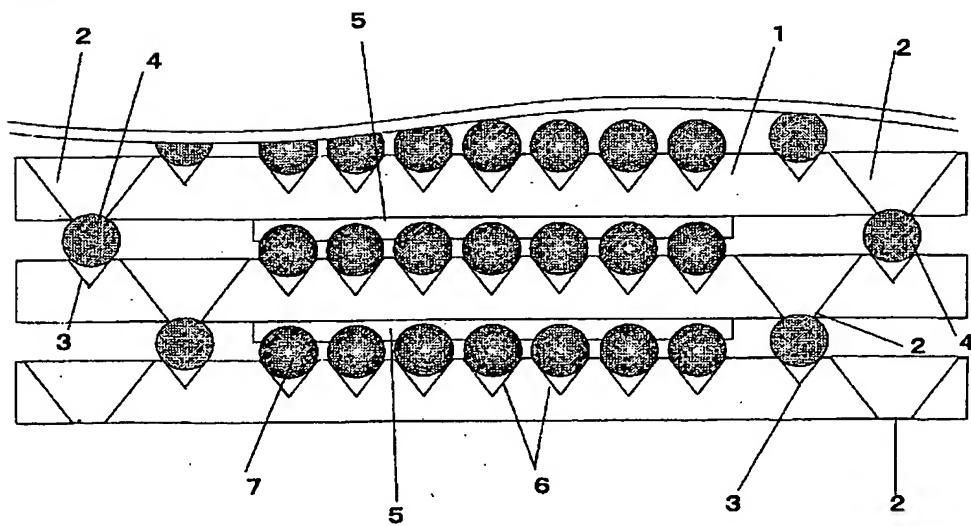
【図2】

図2



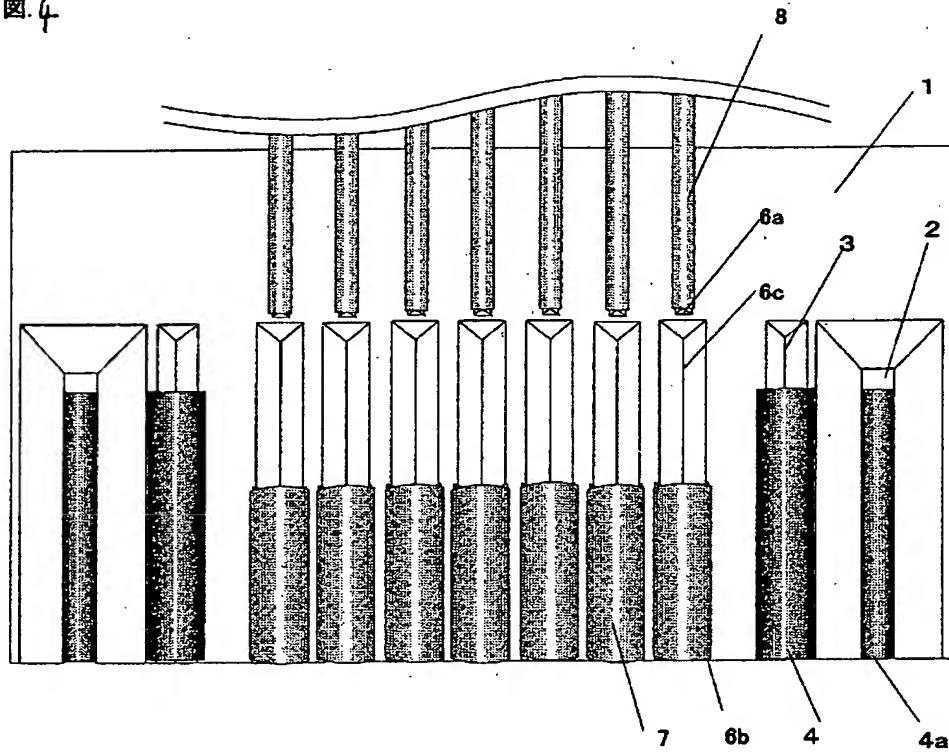
【図3】

図3

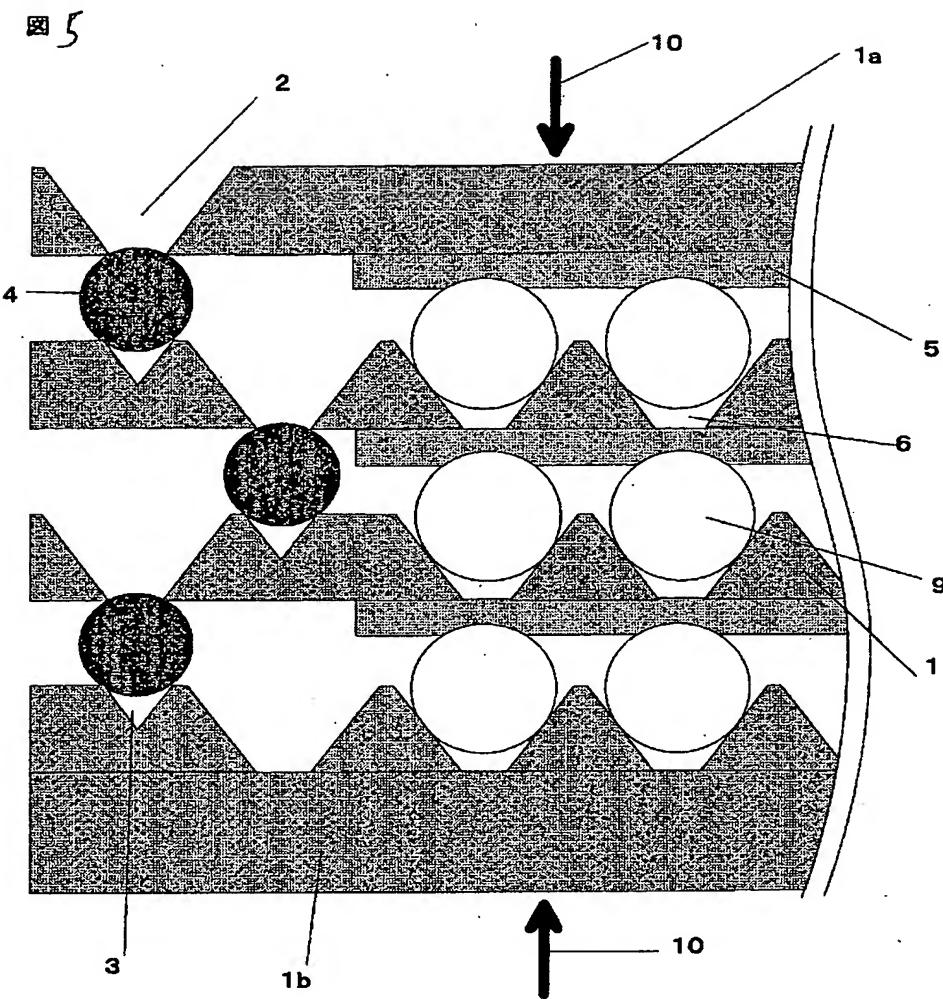


【図4】

図4

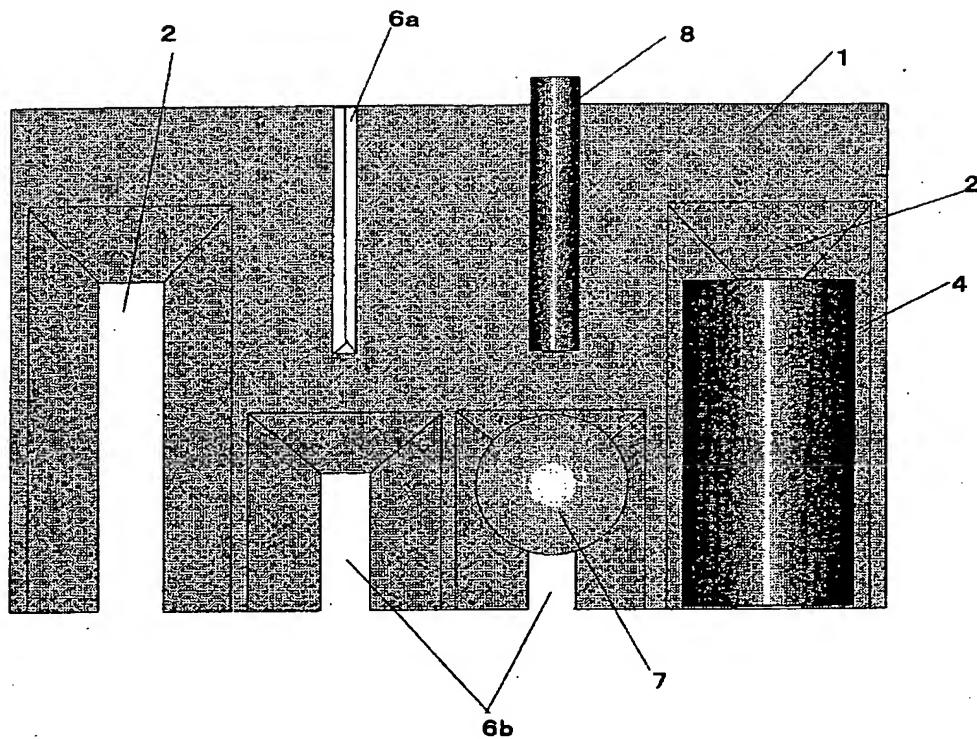


【図5】



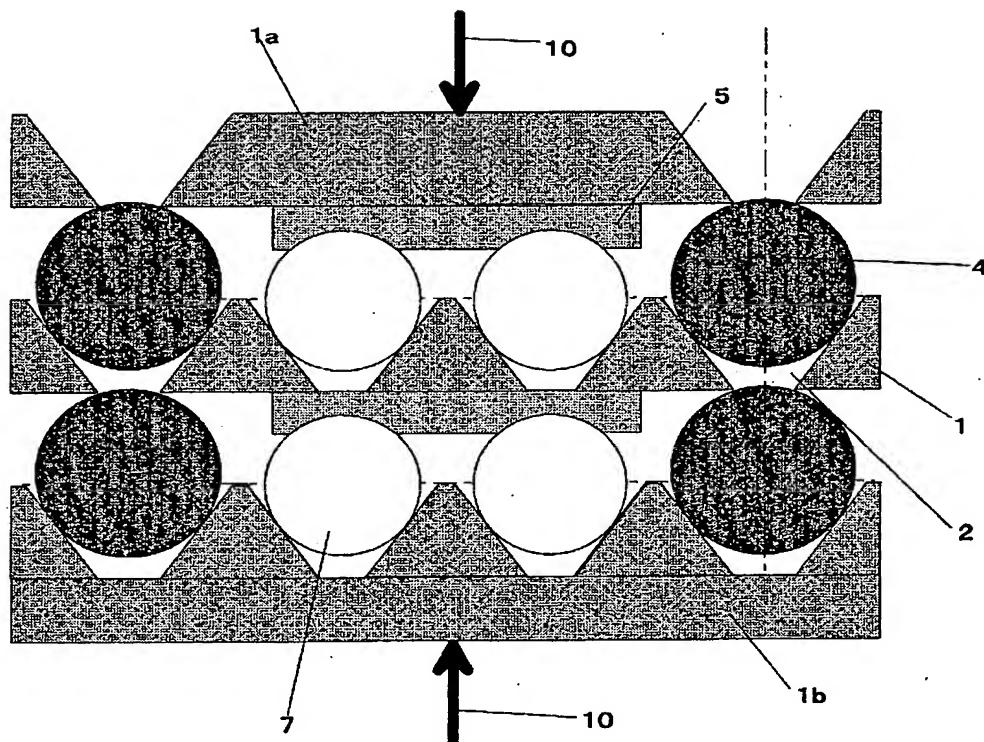
【図6】

図6



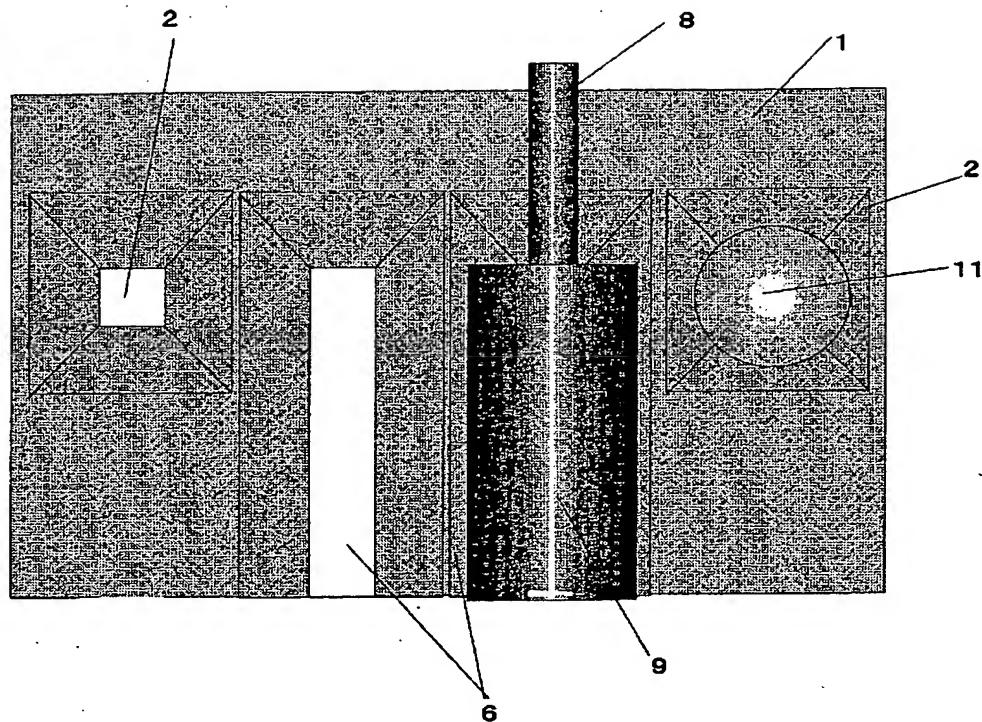
【図7】

図7



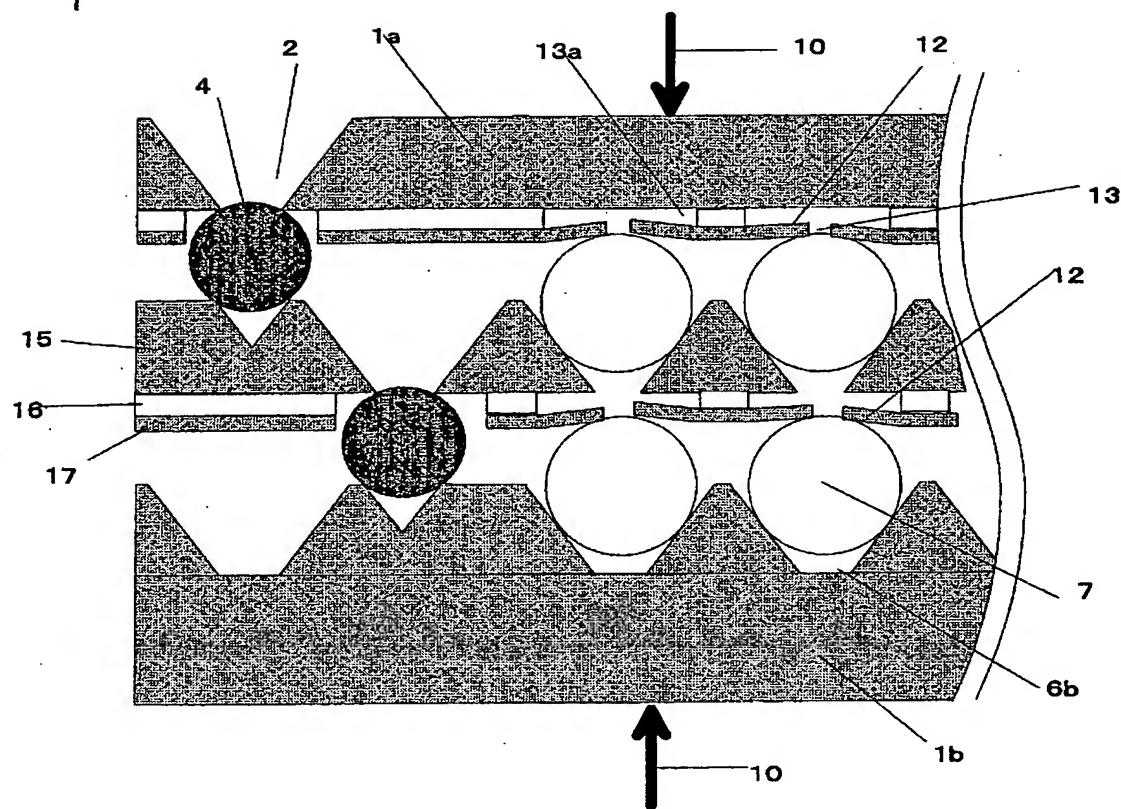
【図8】

図8



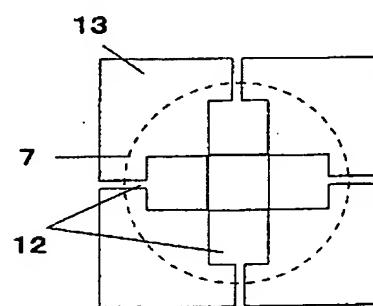
【図9】

図9



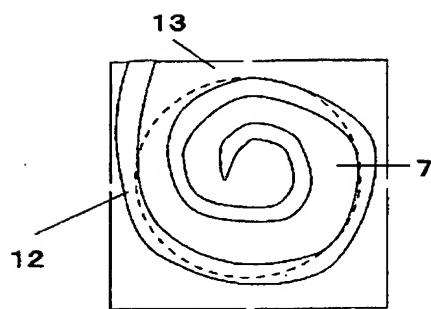
【図10】

図10



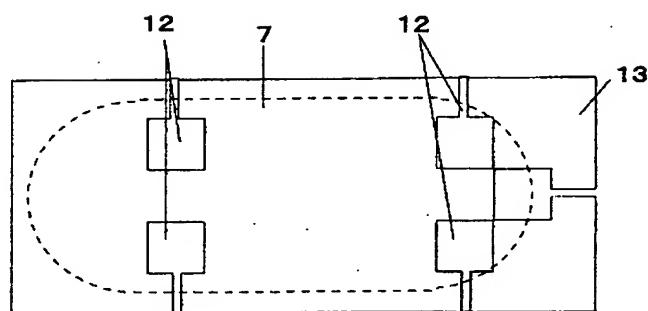
【図11】

図11



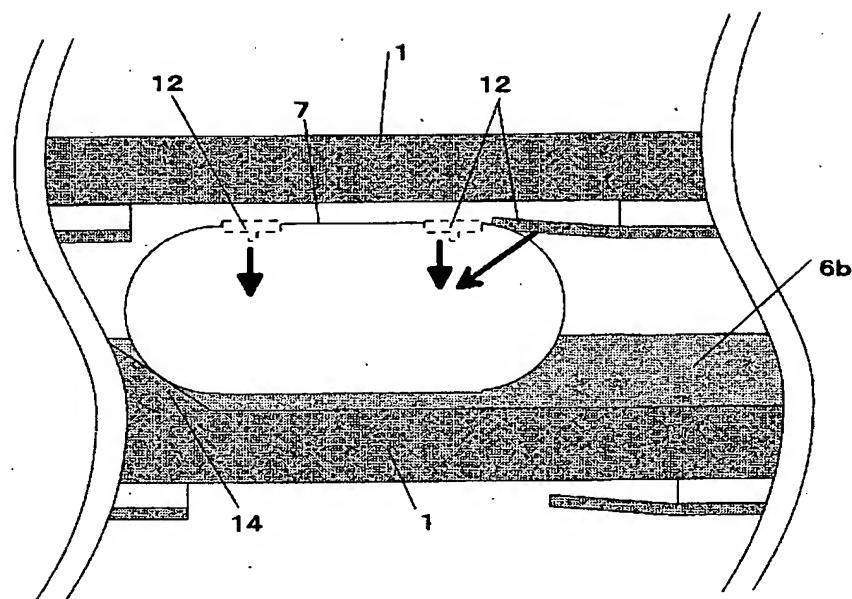
【図12】

図12



【図13】

図13



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

光軸方向および位置精度の高いコリメータアレイを得るものである。

【解決手段】

本発明においては、ファイバコリメータはベンチ上の適正な位置に設けられた凹部に搭載され、コリメータ列を構成し、これを複数段積み上げることによりコリメータアレイを形成する。各ベンチには表裏面に位置決め用の部材と噛み合わせるための凹部を設け、各ベンチ位置決め用凹部と位置決め部材を噛み合わせることで、ベンチ間の位置を正確に決定し、2次元位置精度の高いコリメータアレイを形成する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-179310
受付番号	50200894962
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成14年 6月21日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 6月20日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

氏 名 株式会社日立製作所